

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-247649

(P2006-247649A)

(43) 公開日 平成18年9月21日(2006.9.21)

(51) Int.Cl.

**B01D 63/02** (2006.01)  
**B01D 63/00** (2006.01)  
**B01D 65/02** (2006.01)  
**C02F 1/44** (2006.01)

F I

B01D 63/02  
B01D 63/00 500  
B01D 65/02 520  
C02F 1/44 H

テーマコード(参考)

4D006

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L. (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2006-36075 (P2006-36075)  
(22) 出願日 平成18年2月14日 (2006.2.14)  
(31) 優先権主張番号 特願2005-35746 (P2005-35746)  
(32) 優先日 平成17年2月14日 (2005.2.14)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000003159  
東レ株式会社  
東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号  
(72) 発明者 久保 広明  
滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内  
(72) 発明者 北出 有  
滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内  
F ターム(参考) 4D006 GA07 HA03 HA19 JA12A JA12B  
JA25C JA31A KC02 KC14 MA01  
MC03 MC18 MC22 MC23 MC29  
MC33 MC39 MC62 PA01 PB04

(54) 【発明の名称】中空糸膜モジュール

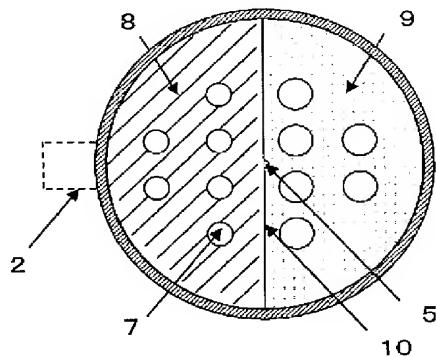
## (57) 【要約】

【課題】 エア洗浄の際、モジュールド部から注入したエアが側面ノズルへ短絡しにくく、エアの分散性を向上させた中空糸膜モジュールを提供する。

【解決手段】 複数本の中空糸膜からなる中空糸膜束が側面ノズルを有する筒状ケースに挿入され中空糸膜端面が開口した状態で中空糸膜束の上端部と筒状ケースとが接着固定された上部接着固定部と、中空糸膜端面が閉塞された状態で中空糸膜束の下端部と筒状ケースとが接着固定された下部接着固定部とを有する中空糸膜モジュールであって、下部接着固定部には複数の貫通孔7を有し、筒状ケースと側面ノズルとの接着面の中心点と筒状ケースの長手方向の中心線とで形成される平面に垂直であり、かつ、筒状ケースの長手方向の中心線5を通る平面10により、下部接着固定部の領域を側面ノズル側領域(領域A)8と側面ノズル側領域以外の領域(領域B)9に分けた際に下部接着固定部の開口率が領域Aよりも領域Bの方が高い。

【選択図】 図2

図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数本の中空糸膜からなる中空糸膜束が側面ノズルを有する筒状ケースに挿入され、中空糸膜端面が開いた状態で中空糸膜束の上端部と筒状ケースとが接着固定された上部接着固定部と、中空糸膜端面が閉塞された状態で中空糸膜束の下端部と筒状ケースとが接着固定された下部接着固定部とを有する中空糸膜モジュールであって、前記下部接着固定部には複数の貫通孔を有し、前記筒状ケースと前記側面ノズルとの接着面の中心点と前記筒状ケースの長手方向の中心線とで形成される平面に垂直でありかつ前記筒状ケースの長手方向の中心線を通る平面により、前記下部接着固定部の領域を側面ノズル側領域（領域 A）と側面ノズル側領域以外の領域（領域 B）に分けた際に、前記下部接着固定部の開口率が領域 A よりも領域 B の方が高いことを特徴とする中空糸膜モジュール。

## 【請求項 2】

前記下部接着固定部の貫通孔数が、領域 A よりも領域 B の方が多いことを特徴とする請求項 1 に記載の中空糸膜モジュール。

## 【請求項 3】

前記下部接着固定部の貫通孔の開口面積の平均値が、領域 A よりも領域 B の方が高いことを特徴とする請求項 1 に記載の中空糸膜モジュール。

## 【請求項 4】

前記下部接着固定部のうち、領域 A の開口率が領域 B の開口率の 0.9 倍以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の中空糸膜モジュール。

## 【請求項 5】

エア洗浄時に、モジュールの下部開口から下部接着固定部に向けて空気が導入されることを特徴とする請求項 1 記載の中空糸膜モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、中空糸膜モジュールの構造に関するものであり、さらに詳しくは、エア洗浄の際にエアの分散性を向上させるための下部接着固定部に有する複数の貫通孔の配置および形状の改良に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

膜分離法は、省エネルギー、省スペース、省力化および製品の品質向上等の特徴を有するため、様々な分野での使用が拡大している。例えば精密ろ過膜や限外ろ過膜を河川水や地下水や下水処理水から工業用水や水道水を製造する浄水プロセスへの適用があげられる。

## 【0003】

しかし、原水を膜ろ過すると、原水に含まれる濁質や有機物等の除去対象物が膜面に蓄積し、膜の閉塞現象が起こるため、膜のろ過抵抗が上昇し、やがてろ過を行うことができなくなる。そこで膜ろ過性能を維持するため、膜の洗浄を行う必要がある。膜の洗浄は、膜ろ過を停止し、水中にある中空糸膜に気体を供給して、中空糸膜を振動させることにより、膜表面に付着した汚れを剥ぎ取るエア洗浄や、中空糸膜のろ過方向とは逆方向からろ過水あるいは清澄水をポンプ等で逆流させる逆流洗浄、エア洗浄や逆流洗浄によって剥がれた濁質を効率良くモジュール系外に排出するため、モジュール内の水の全量をモジュール系外に排出したり、一定量の原水を供給することによって濁質を系外に押し出す方法が行われている。前記原水を膜ろ過する工程をろ過工程と呼び、エア洗浄や逆流洗浄、濁質の排出等全ての洗浄操作を一連の工程として 1 つにまとめたものを洗浄工程と呼ぶ。ろ過工程と洗浄工程を 1 回ずつ行うことを 1 サイクルと呼び、通常中空糸膜モジュールの運転では、このサイクルを繰り返し自動的に行うことが一般的である。

## 【0004】

中空糸膜モジュールの下部接着固定部に有する複数の貫通孔は、排水時のモジュール内

10

20

30

40

50

懸濁液の排出孔、エア洗浄時のエアの供給孔、等様々な役割を担っている。従来、中空糸膜モジュールの下部接着固定部に有する複数の貫通孔は、特に懸濁物質の排出性を考慮し、中心に対して点対称に配置（特許文献1）または、多重円と放射状線との交点、格子の交点、等に配置（特許文献2）していた。そのためエア洗浄の際には、側面ノズルを有する中空糸膜モジュールの場合、モジュール下部から注入したエアが側面ノズルへと短絡して排出され易く、十分な洗浄を得るためにには、より多くのエア流量またはエア洗浄時間を必要としていた。

## 【0005】

【特許文献1】特開平5-161832号公報（「0038」～「0043」段落）

【特許文献2】特開平9-220446号公報（「0016」段落）

10

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

本発明の目的は、エア洗浄の際、モジュール下部から注入したエアが側面ノズルへ短絡しにくく、エアの分散性を向上させた中空糸膜モジュールを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

上記課題を解決するための本発明は、次の（1）から（5）を特徴とするものである。

## 【0008】

（1）複数本の中空糸膜からなる中空糸膜束が側面ノズルを有する筒状ケースに挿入され、中空糸膜端面が開口した状態で中空糸膜束の上端部と筒状ケースとが接着固定された上部接着固定部と、中空糸膜端面が閉塞された状態で中空糸膜束の下端部と筒状ケースとが接着固定された下部接着固定部とを有する中空糸膜モジュールであって、前記下部接着固定部には複数の貫通孔を有し、前記筒状ケースと前記側面ノズルとの接着面の中心点と前記筒状ケースの長手方向の中心線とで形成される平面に垂直であり、かつ、前記筒状ケースの長手方向の中心線を通る平面により、前記下部接着固定部の領域を側面ノズル側領域（領域A）と側面ノズル側領域以外の領域（領域B）に分けた際に、前記下部接着固定部の開口率が領域Aよりも領域Bのほうが多いことを特徴とする中空糸膜モジュール。

20

## 【0009】

（2）前記下部接着固定部の貫通孔数が、領域Aよりも領域Bのほうが多いことを特徴とする上記（1）に記載の中空糸膜モジュール。

30

（3）前記下部接着固定部の貫通孔の開口面積の平均値が、領域Aよりも領域Bの方が大きいことを特徴とする上記（1）に記載の中空糸膜モジュール。

## 【0010】

（4）前記下部接着固定部のうち、領域Aの開口率が、領域Bの開口率の0.9倍以下であることを特徴とする上記（1）に記載の中空糸膜モジュール。

（5）エア洗浄時に、モジュールの下部開口から下部接着固定部に向けて空気が導入されることを特徴とする上記（1）に記載の中空糸膜モジュール。

## 【発明の効果】

## 【0011】

本発明によれば、以下に説明するとおり、モジュール下部から注入したエアが側面ノズルへ短絡しにくくなり、エアの分散性が向上するため、従来より少ないエア量又は従来より短時間で十分な洗浄効果を得ることができる。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0012】

以下に、本発明の望ましい実施の形態を図面を用いて説明する。ただし本発明の範囲が、これらに限られるものではない。

## 【0013】

図1は、本発明の中空糸膜モジュールの一実施態様を示す概略縦断面図である。図2は図1中の線ZZで中空糸膜モジュールを切断した際の水平断面を、モジュール下方から見

50

た概略横断面図であり、下部接着固定部における貫通孔の配置を示す。

【0014】

本発明の対象とする中空糸膜モジュールは、多数本の多孔質中空糸膜を筒状ケース内に装填し、モジュール内に固液混合の液体を導入し、中空糸膜面によって固液分離ができる機能を有するものである。一般的には、中空糸膜束の両側端部と筒状ケースとを接着剤で接着固定し中空糸膜端面を閉塞させ、その後片端の接着固定部（上部接着固定部）を切断して中空糸膜端面を開口させた構造が使用される。

【0015】

本発明の中空糸膜モジュールを構成する筒状ケースの大きさは特に限定されないが、モジュールの製作が容易であり、またモジュールのハンドリングが比較的容易である観点から、筒状ケース径が50～600mm程度で、長さが20～2500mmの範囲から便宜選択するといよい。筒状ケースの材質としては、金属、樹脂のいずれでもよい。樹脂としては、好ましくはアクリル樹脂、塩化ビニル樹脂、ポリスルホン、変形ポリフェニレンオキサイド、ポリカーボネート樹脂などが適当である。

【0016】

本発明の中空糸膜モジュールに使用する中空糸膜としては、多孔質の中空糸膜であれば、特に限定しないが、ポリアクリロニトリル、ポリフェニレンスルフォン、ポリフェニレンスルフィドスルフォン、ポリフッ化ビニリデン、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスルホン、ポリビニルアルコール、酢酸セルロースやセラミック等の無機素材からなる群から選ばれる少なくとも1種を含んでいると好ましく、さらに膜強度の点からポリフッ化ビニリデンを含んでいるとより好ましい。中空糸膜表面の細孔径についても特に限定されないが、0.001μm～1μmの範囲内で便宜選択することができる。また、中空糸膜の外径についても特に限定されないが、中空糸膜の揺動性が高く、洗浄性に優れるため、250μm～2000μmの範囲内であると好ましい。また、筒状ケースと中空糸膜との間を液密に接着する接着剤については、特に限定されないが、好ましくはエポキシ樹脂、ウレタン樹脂などの熱硬化性樹脂を用いることが好ましい。

【0017】

本発明は、複数本の中空糸膜からなる中空糸膜束が側面ノズル2を有する筒状ケース1に挿入され、中空糸膜端面が開口した状態で中空糸膜束の上端部と筒状ケース1とが接着固定された上部接着固定部11と、中空糸膜端面が閉塞された状態で中空糸膜束の下端部と筒状ケースとが接着固定された下部接着固定部6とを有する中空糸膜モジュールであって、下部接着固定部には複数の貫通孔7を有し、筒状ケース1と側面ノズル2との接着面3の中心点4と筒状ケース1の長手方向の中心線5とで形成される平面に垂直でありかつ筒状ケース1の長手方向の中心線5を通る平面（以下、適宜「平面π」と称する。）により、下部接着固定部6の領域を側面ノズル側領域8（「領域A」と定義する。）と側面ノズル側領域以外の領域9（「領域B」と定義する。）に分けた際に、下部接着固定部6の開口率が領域Aよりも領域Bの方が高いことを特徴とするものである。

【0018】

なお、図1～6に例示する通り、筒状ケース1の長手方向の中心線5とは、例えば、筒状ケースが円柱形の場合は円柱の中心がなす直線を、筒状ケースが三角柱、四角柱などの柱形の場合は柱の断面の重心がなす直線を意味する。本発明の筒状ケース1は円柱形のものが好ましく用いられ、かかる場合、中心線は円柱軸を意味するものである。

【0019】

また、図1に例示する通り、本発明の筒状ケースと側面ノズルとの接着面の中心点4とは、例えば、筒状ケースと側面ノズルの接着面が円形の場合は円の中心を、筒状ケースと側面ノズルの接着面が多角形等の場合はその重心を指すものとする。

【0020】

ここで、貫通孔の開口率に関する要件を規定するに際し、下部接着固定部6の領域とは、下部接着固定部を水平方向、すなわち中空糸膜が伸びる方向に対し垂直な方向に切断した際の下部接着固定部の断面積領域を指す。また本発明において、下部接着固定部6に有

10

20

30

40

50

する貫通孔7を、前記領域A内に形成される貫通孔と前記領域Bに形成される貫通孔に分割し、それらの開口率に差を設けることとしたのは、側面ノズルに近い領域、つまりエアが側面ノズルへ短絡し易い領域（領域A）よりも、側面ノズルから遠い領域（領域B）からより多くのエアを注入し、側面ノズルへのエアの短絡を緩和しようとの意図からである。かかる理由から本発明では、貫通孔自体が平面πにより分割される場合については、当該貫通孔の領域A側部分と当該貫通孔の領域B側部分をそれぞれ、領域Aに存在する貫通孔、領域Bに存在する貫通孔とみなすものとし、貫通孔の個数は、開口面積比で按分した値を個数とみなすものとする。すなわち、例えば、 $100\text{ mm}^2$  の貫通孔が平面πにより領域A側  $30\text{ mm}^2$  に、領域B側に  $70\text{ mm}^2$  と分割された場合、開口面積は領域A側に  $30\text{ mm}^2$ 、領域B側に  $70\text{ mm}^2$  をカウントし、貫通孔の個数については領域A側に0.3個、領域B側に0.7個をカウントするものとする。すなわち、貫通孔自体が平面πにより分割される場合については、上記を考慮して接着固定部の開口率が領域Aよりも領域Bの方が高くすれば良い（例えば、図5に示す通り）。また下部接着固定部6に有する貫通孔が斜めに設置されている等により、下部接着固定部の水平切断場所により領域A及び領域Bの開口率が変化する場合には、下部接着固定部のうち最上部における開口率を指す。

10

### 【0021】

本発明の中空糸膜モジュールの筒状ケースに設置される側面ノズルとは、筒状ケースの長手方向、すなわち、中空糸膜が伸びる方向以外に有するノズルであり、側面ノズルを複数個有する場合には、エア洗浄時にモジュール下部から注入したエアが最も多く出ていく側面ノズルを本発明で規定する側面ノズルと定義するものとする。なお、かかる側面ノズルはその形状を問わないが、取り扱いやすく、かつ安価という点で特に円筒形が好ましい。

20

### 【0022】

本発明の中空糸膜モジュールの下部接着固定部に設置される貫通孔とは、モジュール下部接着固定部を貫通している孔であり、排水時にはモジュール内懸濁液の排出孔として、また、エア洗浄時にはエアの供給孔として等、様々な役割を併せ持つものである。モジュールの断面積にもよるが、通常この貫通孔は下部接着固定部に2～300個配置しており、例えば、接着固定部の断面積  $0.01\text{ m}^2$ あたり5～20個配置するのが好ましい。かかる貫通孔の個々の開口面積は、中空糸膜径及び貫通孔数にもよるが、 $3\sim800\text{ mm}^2$  の範囲から選ばれ、例えば中空糸膜の直径が  $1\sim1.5\text{ mm}$ 、接着固定部の断面積  $0.01\text{ m}^2$ あたりの貫通孔数が5～20個の場合、貫通孔個々の開口面積は  $20\sim150\text{ mm}^2$  であることが好ましい。また開口の形状は、三角形、四角形、六角形等の多角形、円形、橢円形、扇形、C字形または星形などから選ばれる。本発明において特定した開口率とは、下部接着固定部を形成する面の面積に対する、複数の貫通孔による開口面積の和の面積の割合をいう。

30

### 【0023】

下部接着固定部において領域Aよりも領域Bの開口率を高くする方法としては、  
 (1) 領域Aよりも領域Bの貫通孔数を多くする（例えば、図4に示す通り）、  
 (2) 領域Aに有する貫通孔の一部又は全ての開口面積を、領域Bの貫通孔の開口面積より小さくする（例えば、図2に示す通り）、又は領域Aから領域Bにかけて貫通孔の開口面積を徐々に大きくするなど、個々の貫通孔の開口面積を平均化した値（貫通孔の開口面積の平均値）を領域Aよりも領域Bの方が高くする（例えば、図3に示す通り）、  
 (3) (1)で記載の方法と(2)で記載の方法を併用する、  
 等の方法がある。

40

### 【0024】

領域Aと領域Bの開口率の差は、僅かでも領域Bの方が高ければ改善効果を有するが、望ましくは領域Aの開口率が、領域Bの開口率と比べて0.9倍よりも低いほうが良い。しかしながら領域Aの開口率が、領域Bの開口率と比べて限りなく0倍に近づくと、モジュール下部から注入したエアの側面ノズルへの短絡は限りなくすべてを防ぐことができる

50

が、モジュール内液の排水性に悪影響を及ぼす可能性、及びエア洗浄時に領域Aの下部附近にエアがあたらない領域が生じる可能性がある。よって更に好ましくは領域Bの開口率に対する領域Aの開口率比は、0.6～0.8であることがより好ましい。

【実施例】

【0025】

(実施例1)

東レ(株)製のPVDF中空糸膜モジュール(トレフィル(登録商標)-HFS1010)の下部接着固定部のうち領域Aに存在する貫通孔の一部を完全に穴埋めし、領域Bの開口率に比べて領域Aの開口率が0.67倍となるよう改造した。この改造した中空糸膜モジュールを用いて、濁度2～50の湖沼水を原水とし、膜ろ過流速4.0m/dでのろ過30分、流速6.0m/dでの逆向き洗浄30秒、エア流量50L/minでの空気洗浄60秒の繰り返し試験を約1ヶ月行った。試験期間中の膜間差圧を観察した結果、差圧上昇速度は25℃において0.5kPa/dであった。

【0026】

(実施例2)

東レ(株)製PVDF中空糸膜モジュール(トレフィル(登録商標)-HFS1010)の下部接着固定部のうち領域Aに存在する全ての貫通孔の孔径を小さくし、領域Bの開口率に比べて領域Aの開口率が0.9倍となるよう改造した。この改造した中空糸膜モジュールを用いて、実施例1と同様の運転を実施した。その結果、試験期間中の膜間差圧を観察した結果、差圧上昇速度は25℃において0.8kPa/dであった。

【0027】

(実施例3)

実施例1で用いたモジュールの下部接着固定部のうち領域Aに存在する全ての貫通孔の孔径を小さくし、領域Bの開口率に比べて領域Aの開口率が0.5倍となるよう改造した。この改造した中空糸膜モジュールを用いて、実施例1と同様の運転を実施した。その結果、試験期間中の膜間差圧を観察した結果、差圧上昇速度は25℃において1.2kPa/dであった。

【0028】

(比較例1)

実施例1で用いたモジュールと同様のモジュール(但し、領域Aと領域Bの開口率は同一)を用いて、実施例1と同様の運転を実施した。その結果、試験期間中の膜間差圧を観察した結果、差圧上昇速度は25℃において2kPa/dであった。

【産業上の利用可能性】

【0029】

本発明は、加圧型中空糸膜モジュールを用いた上水処理に限らず、加圧型中空糸膜モジュールを用いた下水処理や産業排水処理などにも応用することができ、その応用範囲はこれらに限られるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の中空糸膜モジュールの一実施態様を示す概略縦断面図である。

【図2】図1の概略断面図中の線ZZで中空糸膜モジュールを切断した際の断面を、モジュール下部から見た概略横断面図であって、下部接着固定部における貫通孔の位置、孔径を示す。

【図3】図2と同様に線ZZ切断面を示す概略横断面であって、本発明の他の一実施態様を示す。

【図4】図2と同様に線ZZ切断面を示す概略横断面であって、本発明のさらに他の一実施態様を示す。

【図5】図2と同様に線ZZ切断面を示す概略横断面であって、本発明のさらに他の一実施態様を示す。

【図6】図2と同様に線ZZ切断面を示す概略横断面であるが、下部接着固定部における

10

20

30

40

50

開口率条件が本発明外の場合（領域Aの開口率と領域Bの開口率が同じ）を示す。

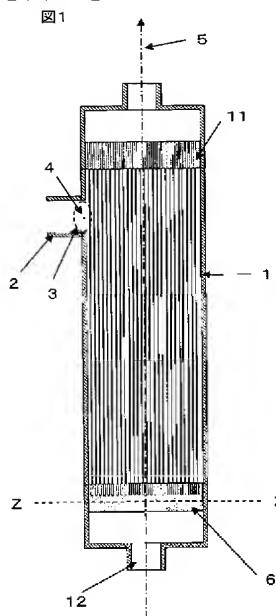
【符号の説明】

【0 0 3 1】

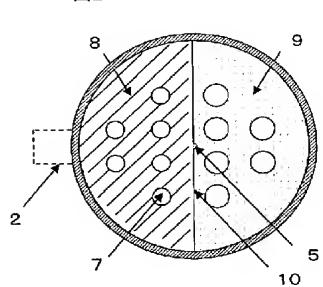
- 1 筒状ケース
- 2 側面ノズル
- 3 筒状ケースと側面ノズルの接着面
- 4 筒状ケースと側面ノズルの接着面の中心点
- 5 筒状ケースの長手方向の中心線
- 6 下部接着固定部
- 7 貫通孔
- 7-A 貫通孔自体が平面 $\pi$ により分割される場合の当該貫通孔の領域A側部分
- 7-B 貫通孔自体が平面 $\pi$ により分割される場合の当該貫通孔の領域B側部分
- 8 側面ノズル側領域（領域A）
- 9 側面ノズル側領域以外の領域（領域B）
- 10 平面 $\pi$
- 11 上部接着固定部
- 12 下部開口

10

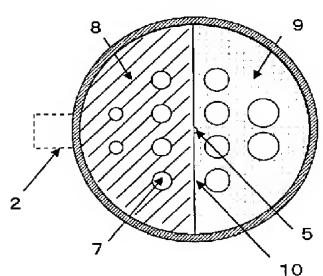
【図1】

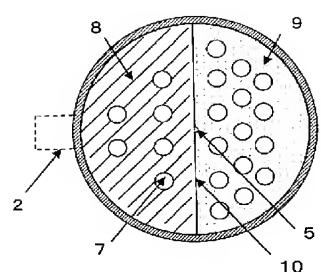
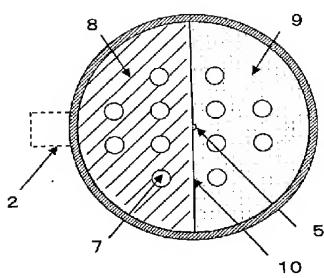


【図2】



【図3】



【図 4】  
図4【図 6】  
図6【図 5】  
図5